نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد۸، مرداد - شهریور ۱۳۹۳، ص. ۵۸۰-۵۶۹

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 8, Jul-Agu. 2014, p. 569-580

بررسی آزمایشگاهی تأثیر صفحات آرام کننده جریان بر بهبود راندمان رسوبگذاری حوضچه‌های رسوب‌گیر آبیاری

محمد مهدی حیدری[۱*]، محمود شفاعی بجستان[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۱۹

چکیده

حوضچه‌های رسوب‌گیر از جمله سازه‌های ضروری است که به‌منظور جدا کردن رسوبات معلق همراه جریان ورودی در ابتدای آبگیرهای منشعب از رودخانه‌ها و کانال‌های آبیاری احداث می‌شوند. هر چه حوضچه رسوب‌گیر بزرگ‌تر ساخته شود، عمل رسوب‌گیری بهتر انجام گرفته ولی هزینه ساخت و لایروبی آن بیش‌تر می شود. با توجه به این موارد، بهبود عملکرد و افزایش راندمان رسوب گذاری با روش‌های جایگزین به‌نظر ضروری می‌رسد. یکی از این روش‌های مؤثر، استفاده از صفحات آرام‌کننده جریان (بفل) است. عمده مطالعات قبلی انجام شده در این زمینه، استفاده از صفحات در حوضچه-های رسوب‌گیر اولیه و ثانویه بوده است. از این رو، این مطالعه با هدف افزایش راندمان تله‌اندازی در حوضچه‌های رسوب‌گیر آبیاری با استفاده از صفحات انجام شده است. برای رسیدن به این هدف در فلومی به ابعاد ۸ متر طول ، عرض ۰/۳۰ و ارتفاع ۰/۵۰ متر با در نظر گرفتن حوضچه رسوب-گیر به طول ۳ متر ، در سه غلظت متفاوت ورودی ، سه دبی و سه عدد فرود مختلف آزمایشات انجام شد. صفحات در کف حوضچه تعبیه و تأثیر زاویه، ارتفاع و موقعیت آن در حوضچه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد صفحات کفی به‌طور متوسط ۵ تا ۶ درصد راندمان رسوب‌گذاری را افزایش داده و بیش‌ترین میزان مربوط به زاویه ۶۰ درجه نسبت به جهت جریان به‌دست آمد. طبق نتایج تحقیق حاضر، مناسب‌ترین ارتفاع و موقعیت این صفحات به‌ترتیب ۴۰ درصد عمق جریان و ۵۰ درصد طول حوضچه رسوب‌گیر حاصل شد و هم‌چنین با افزایش تعداد صفحات راندمان رسوب‌گذاری کاهش یافت. در مورد مناطق رسوب‌گذاری نیز در این حالت بیش از ۸۰ درصد رسوبات نهشته شده در میانه حوضچه از ورودی مشاهده می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: حوضچه رسوبگیر ، تله اندازی ، صفحات ، رسوبات معلق

مقدمه

یکی از روش‌های متداول جهت رسوب‌گذاری و جدا کردن ذرات معلق از آب استفاده از نیروی ثقل است. حوضچه‌های رسوب‌گیر ثقلی، به‌منظور جداسازی و حذف ذرات رسوبی از جریان در پروژه‌های آبرسانی شهری، تصفیه پساب و شبکه‌های آبیاری منشعب شده از رودخانه استفاده می‌شوند و معمولاً به صورت مستطیلی یا مدور ساخته می‌شود. این سازه در طرح‌های تصفیه پساب به دو نوع اولیه و ثانویه به‌کار می‌رود و اکثر مطالعات صورت گرفته در این حوزه متمرکز است (سجادی و همکاران،۱۳۸۸). درحوضچه‌های رسوب‌گیر اولیه غلظت مواد ورودی کم بوده و رسوب‌گذاری وابسته به هیدرودینامیک حوضچه می‌باشد درحالی‌که حوضچه‌های رسوب‌گیر ثانویه که بعد از فیلترهای بیولوژیکی قرار می‌گیرند، غلظت مواد ورودی بیش‌تر بوده و توزیع غلظت نیز بر رسوب‌گذاری مؤثر می‌باشد. به‌طورکلی تفاوت در شکل ظاهری حوضچه‌های رسوب‌گیر آبیاری و حوضچه‌های رسوب-گیر تصفیه پساب در ورودی آن‌ها و نحوه از بین بردن انرژی جریان وارد شونده از کانال بالادست به داخل حوضچه می‌باشد.

حوضچه‌های رسوب‌گیر در طرح پساب، یک بخش مهمی از تاسیسات تصفیه آب و فاضلاب می‌باشند. به‌طوریکه بین یک چهارم تا یک سوم کل هزینه‌های ساخت این تاسیسات را شامل می‌شوند (Swamee and Tyagi,1996). در حوضچه‌های رسوب‌گیر آبیاری که موضوع بحث در این تحقیق می‌باشند نیز، مشکلات ناشی از رسوب‌گذاری در شبکه‌های آبیاری شامل مواردی چون کاهش ظرفیت کانال‌ها،کاهش سطح زیر کشت سالانه ، ایجاد شرایط مناسب جهت رشد علف‌های هرز، قطع جریان آب برای لایروبی کانال‌ها، فرسایش و خرابی دیواره کانال‌ها و افزایش هزینه‌های نگهداری تأسیسات لزوم اهمیت و ضرورت کاربرد این سازه را نشان می‌دهد. در ضمن در نیروگاه‌های برق آبی برای جلوگیری از خوردگی‌ها و صدمات وارده به توربین‌ها ضرورت ترسیب ذرات معلق و طراحی مناسب حوضچه‌های

۱- باشگاه پژوهشگران جوان ونخبگان،واحدکاشان، دانشگاه آزاداسلامی، کاشان، ایران
۲- استادگروه سازه های آبی،دانشکده مهندسی علوم آب،دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: (Email:mehdiheydari2010@yahoo.com

رسوب‌گیر مشخص گردید. هر چند با توجه به هزینه‌های احداث بسیار بالای این سازه در طراحی سنتی، باعث حذف این سازه در بعضی از شبکه‌های آبیاری شده و مشکلات بهره‌برداری جدیدی را به‌وجود آورده است.

اصول طراحی آن بر مبنای افزایش سطح مقطع کانال و در نتیجه کاهش سرعت جریان آب به‌منظور ایجاد فرصت کافی جهت ته‌نشینی رسوبات و افزایش راندمان رسوب‌گذاری می‌باشد. میزان رسوبات نهشته شده به رسوبات ورودی در حوضچه رسوب‌گیر به‌عنوان راندمان تله‌اندازی شناخته می‌شود. بدیهی است که لایروبی یک حوضچه رسوب‌گیر در یک نقطه متمرکز به‌مراتب از لایروبی ده‌ها و صدها کیلومتر کانال ارزان‌تر تمام می‌شود (شتاب بوشهری و همکاران،۲۰۱۰). راندمان رسوب‌گذاری در حوضچه‌ها به سه پارامتر اصلی غلظت ورودی ذرات و ابعاد حوضچه و مشخصات جریان در حوضچه از جمله عدد رینولدز، عدد فرود و نیروی بویانسی بستگی دارد. همواره سعی بر این است که با تغییر هندسه جریان و به تبع آن تغییر الگوی جریان راندمان حوضچه افزایش یابد. برای کاهش گردابه‌ها و جریان‌های چرخشی و اطمینان از عملکرد مناسب و با توجه به رابطه مستقیم سرعت جریان با طول حوضچه، معمولاً حوضچه‌ها خیلی طولانی و عمیق طراحی می‌شوندکه باعث افزایش هزینه‌ها می‌گردد. هم‌چنین به‌منظور رسوب‌گذاری مناسب ایجاب می‌کند بستری آرام برای جریان سیال در حوضچه فراهم گردد. بنابراین انجام تحقیقات در مورد بهینه‌سازی عملکرد حوضچه و افزایش راندمان رسوب‌گذاری بدون افزایش ابعاد آن، امری طبیعی و ضروری است. روش‌های متعدد تجربی و نیمه‌تجربی برای رسیدن به این اهداف در گذشته انجام شده است و راه‌حل‌های مختلفی را پیشنهاد کرده‌اند که یکی از این روش‌های مؤثر استفاده از دیواره آرام‌کننده جریان[1] است.

تحقیقات بسیاری به‌صورت عددی و آزمایشگاهی در زمینه استفاده از صفحات کفی در حوضچه‌های رسوب‌گیر اولیه و ثانویه با ورودی جریان از مقاطع مختلف انجام شده که نشان‌دهنده تأثیرگذاری این ساختار در عملکرد حوضچه از جمله خصوصیات جریان و راندمان رسوبگذاری است

(Bretscher et al,1992; Ahmad et al,1996; Huggins et al,2005; Goula et al,2005; Razmi et al,2009;2013; Tamayol et al,2010; Jamshidnia and Firoozabadi,2010; Shahrokhi et al,2011; Shahrokhi et al,2012).

مطالعات فوق تأثیر صفحات آرام‌کننده جریان بر جلوگیری از تغییرات شدید سرعت در عرض حوضچه و پخش رسوبات ورودی در عرض را نشان داد و این ساختار در کف سبب تغییر محسوسی در الگوی جریان و یکنواختی پروفیل سرعت نسبت به حالت بدون آن گردید (Ahmad et al,1996). هم‌چنین از سرعت کف و میزان انرژی جنبشی آن کاسته شده و پروفیل آرام‌تری در نزدیک کف حوضچه نسبت به حالت بدون صفحات ایجاد می‌شود و این امر شرایط را برای رسوب‌گذاری بهتر و افزایش راندمان آماده می‌کند

(Tamayol and Firoozabadi,2006; Tamayol et al 2008; Jamshidnia and Firoozabadi,2010).

می‌توان به این موضوع نیز اشاره کرد که در حوضچه رسوب‌گیر اولیه با توجه به غلظت ورودی کم معمولاً صفحات به‌صورت سطحی تأثیر بیش‌تری بر راندمان حوضچه دارد. در حالی‌که در حوضچه رسوب‌گیر ثانویه، تعبیه صفحات در کف باعث افزایش عملکرد رسوب‌گذاری می‌گردد.

تحقیقات اندکی نیز در زمینه حوضچه‌های رسوب‌گیر آبیاری انجام شده است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات خادمی و همکاران (۱۳۸۷) اشاره کرد. ایشان افزایش راندمان حوضچه‌های آبیاری را با اضافه کردن تیغه هدایت کننده عمودی دوطرفه در ورودی جریان به حوضچه بدون تبدیل ناگهانی، به‌صورت آزمایشگاهی و عددی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند زمانی که جت وارد شده از کانال بالادست، تغییرات شدید عرضی سرعت را در حوضچه به‌وجود می‌آورد، نصب این تیغه در عمق استغراق ۱۵ درصد ، افزایش راندمان به‌میزان حداکثر ۸/۵ درصد را نشان می‌دهد. سجادی و همکاران (۱۳۸۷) نقش صفحات کفی عمودی بر عملکرد حوضچه رسوب‌گیر مستطیلی با طول ۳۰ و ارتفاع ۲ متر را توسط مدل عددی فلوئنت بررسی کردند. در ورودی سرعت یکنواخت۰/۳۰ متر بر ثانیه انتخاب گردید و به این نتیجه رسیدند که متغیرهای ارتفاع و موقعیت، افزایش راندمان تله‌اندازی را به همراه داشته و بهترین محل قرارگیری در فاصله یک سوم تا نیمه ابتدایی حوضچه و مناسب‌ترین ارتفاع معادل ۰/۴۰ عمق آب در حوضچه می‌باشد. رادی و همکاران (۱۳۸۸) بر امکان افزایش عملکرد حوضچه رسوب‌گیر مستطیلی با استفاده از یک تیغه هدایت‌کننده عرضی پرداختند و دریافتند چنانچه قسمت ابتدایی این حوضچه‌ها به شکل تبدیل ناگهانی ساخته شود، تله‌اندازی رسوب توسط حوضچه به‌دلیل شکل‌گیری جریان‌های چرخشی کاهش می‌یابد. هم‌چنین ایشان نشان دادند که نصب تیغه هدایت کننده عرضی کفی عمودی با عمق استغراق ۲۰ درصد و در فاصله ۶ درصدی ابتدایی حوضچه می‌تواند موجب افزایش راندمان حوضچه رسوب‌گیر به میزان ۱۲درصد برای رسوبات ریزدانه شود.

گلریز و نیشابوری (۱۳۹۰) به بررسی سه بعدی اثر تیغه هدایت‌کننده ورودی و خروجی بر روی راندمان رسوب‌گیری حوضچه رسوب‌گیر شهری پرداختند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی حاکی از آن بودکه تیغه هدایت‌کننده ورودی نه تنها راندمان حوضچه را افزایش نداده است بلکه موجب کاهش آن نیز گردید. برخلاف تیغه هدایت

1- Baffle

کننده ورودی، تیغه هدایت کننده خروجی، راندمان حوضچه را افزایش داده است.

سالاری و همکاران (۱۳۹۱) تأثیر تیغه‌های هدایت کننده یک-طرفه جریان بر راندمان تله‌اندازی رسوب در یک حوضچه رسوب‌گیر با استفاده از مطالعات آزمایشگاهی را مورد بررسی قرار دادند. ایشان با تعبیه این تیغه در دیواره‌های حوضچه با زوایای مختلف به این نتیجه رسیدند که با افزایش طول تیغه راندمان به‌طور متوسط ۷ درصد افزایش می‌یابد. اما یکنواختی توزیع ته‌نشینی رسوبات در طول حوضچه را کاهش می‌دهد. هم‌چنین زاویه مناسب بین ۴۵ تا ۹۰ درجه برای این نوع تیغه حاصل گردید. شاهرخی و همکاران شبیه-سازی عددی مشابهی روی تأثیر زاویه بفل بر عملکرد حوضچه‌های رسوب‌گیر اولیه انجام داد. نتایج نشان داد که با فرض ورودی از پایین زاویه مناسب بفل کفی با عملکرد بالا و کم‌ترین مناطق مرده ۹۰ درجه به‌دست آمد (Shahrokhi et al,2012). هم‌چنین ایشان در سال ۲۰۱۳ شبیه‌سازی عددی مشابهی روی تأثیر محل و موقعیت بفل بر عملکرد حوضچه‌های رسوب‌گیر اولیه انجام داد. نتایج نشان داد که با فرض ورودی از پایین و ارتفاع ثابت بفل به میزان ۰/۱۷۶ عمق جریان محل مناسب بفل کفی با عملکرد بالا، کاهش انرژی جنبشی و کم‌ترین مناطق مرده ۱۲/۵ درصد طول حوضچه به‌دست آمد (Shahrokhi et al,2013).

با توجه به بررسی منابع موجود در زمینه کاربرد صفحات کفی در کل عرض حوضچه‌های رسوب‌گیر آبیاری به‌عنوان دیواره آرام‌کننده جریان که موضوع اصلی این مطالعه است، تحقیقات بسیار محدودی صورت گرفته و تحقیقات ارائه شده بیش‌تر روی صفحات هدایت‌کننده جریان و تأثیر آن بر راندمان رسوب‌گذاری است. لذا مطالعه حاضر تلاش دارد تأثیر صفحات کفی عرضی بر راندمان تله‌اندازی حوضچه-های رسوب‌گیر آبیاری را در دامنه بیش‌تری بررسی کند. لذا تأثیر زاویه صفحات کفی نسبت به جهت جریان ، ارتفاع و محل مناسب تعبیه صفحات در حوضچه و تأثیر توام این پارامترها بر راندمان تله-اندازی مورد بحث قرار می‌گیرد. هم‌چنین اثر پارامترهای هیدرولیکی جریان نظیر دبی و عمق جریان و نیز تأثیر غلظت ورودی رسوبات به حوضچه روی راندمان حوضچه‌ها با و بدون صفحات کفی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

برای رسیدن به اهداف این تحقیق، مطابق شکل ۱ آزمایش‌های متعددی روی یک کانال مستطیلی با کف و جداره شیشه‌ای با طول ۸ متر، عرض ۰/۳۰ و ارتفاع ۰/۵۰ متر در آزمایشگاه مکانیک سیالات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشان انجام شد. قسمتی از این فلوم به طول(L) ۳ متر به‌عنوان حوضچه رسوب‌گیر در نظر گرفته شد. درانتهای فلوم دریچه‌ای برای کنترل سطح آب تعبیه گردید. مدل صفحات نیز از جنس شیشه و هم عرض فلوم و با ارتفاع‌های مختلف ساخته و توسط چسب در محل‌های مشخص نصب شد. جریان ورودی از طریق سیستم پمپاژ موجود در بالادست فلوم تأمین گشته و میزان دبی جریان به‌وسیله سرریز لبه تیز مثلثی از جنس پلکسی با زاویه ۶۰ درجه در بالادست فلوم اندازه‌گیری می‌شد. رابطه دبی- اشل برای سرریز مثلثی پس از واسنجی به‌صورت زیر بوده است:

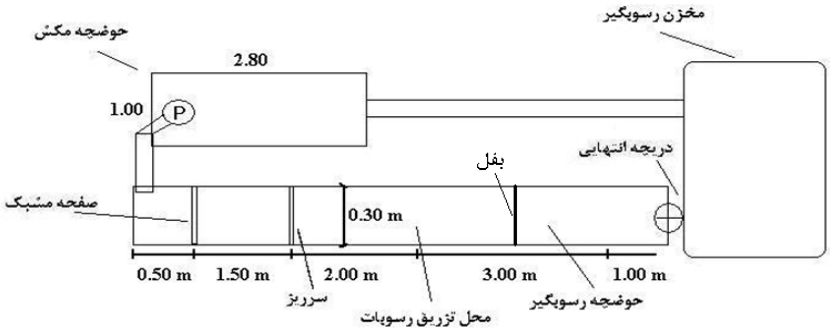
$$Q = 0.822 \times H_W^{2.50} \quad (۱)$$

در این رابطه H_W : عمق جریان روی سرریز (متر) و Q : دبی جریان (مترمکعب بر ثانیه) می‌باشد.

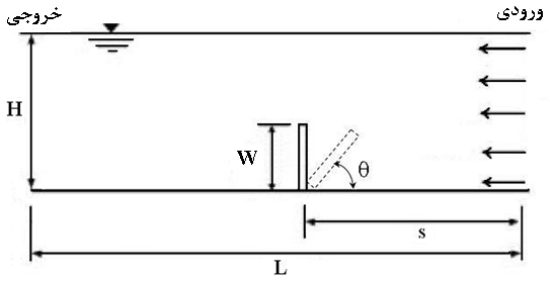
آزمایشات در سه دبی با تغییرات عمق و سرعت آب در حوضچه رسوب‌گیر و هم‌چنین تغییر غلظت رسوب به‌صورت معلق در ورودی انجام شدند. جدول ۱ محدوده‌ی مقادیر داده‌های آزمایش‌ها را نشان می‌دهد. رسوبات به‌کار رفته، از نوع ماسه بادی تقریباً یکنواخت با قطر متوسط ۱۳۰میکرون بود. با استفاده از مخزن قیفی شکلی که در انتهای آن ۳ شیر ۱ اینچ نصب شده بود، رسوبات در ابتدای حوضچه در کل عرض آن، به‌صورت خشک تزریق می‌شدند. با ثابت نگه داشتن ارتفاع رسوبات درون مخزن با اضافه نمودن رسوب در هنگام آزمایش، از تغییرات احتمالی سرعت ریزش رسوبات و یا میزان رسوب تزریقی جلوگیری به‌عمل آمد. میزان تزریق با بازشدگی شیرها کنترل شده و تابعی از میزان بازشدگی شیرها است. جهت تعیین مدت زمان هر آزمایش نیز، شرط پایداری غلظت خروجی حوضچه بررسی گردید. بدین ترتیب که با ثابت شدن تغییرات غلظت رسوبات خروجی از حوضچه به یک مقدار مشخص زمان آزمایش به پایان می‌رسد. بر این اساس آزمایشات اولیه بدون صفحات به مدت ۸۰ دقیقه برای رسیدن به تعادل ادامه یافت. طبق نتایج به‌دست آمده در آزمایشات، تعادل پس از ۳۰ دقیقه ایجاد شد. بنابراین سایر آزمایشات به مدت۳۰ دقیقه انجام شد.

شکل ۲ نمونه‌ای از تغییرات چگالی خروجی از حوضچه را نسبت به زمان برای دبی ۲/۲۲ لیتر بر ثانیه و غلظت ورودی ۵ گرم بر لیتر را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود سرعت غلظت خروجی در ابتدای آزمایش بسیار زیاد است به‌طوری‌که پس از ۱۵ دقیقه از شروع آزمایش (۵۰ درصد زمان پایداری)، ۸۴ درصد از کل غلظت خروجی حاصل گردید. اما با گذشت زمان این تغییرات کاهش و در نهایت به یک میزان ثابتی می‌رسد. عمق جریان آب (H) در آزمایش‌ها، ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

برای محاسبه دقیق راندمان تله‌اندازی حوضچه ترسیب از روش وزنی استفاده شد. بدین ترتیب که ابتدا وزن مشخصی از رسوبات در زمان معین به کانال تزریق شده و پس از اتمام آزمایش کل رسوب ترسیب شده در حوضچه رسوب‌گیر جمع‌آوری و در کوره خشک می-گردید. با تقسیم وزن رسوب خشک ترسیبی به وزن کل رسوب خشک تزریق شده، راندمان تله‌اندازی محاسبه می‌شد.



(الف)



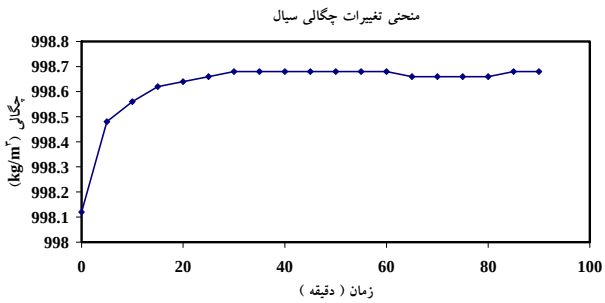
(ب)

(ج)

شکل۱- الف: شکل شماتیک فلوم آزمایشگاهی، (ب): شکل شماتیک حوضچه و (ج): تصویر حوضچه و تعبیه صفحات کفی با زاویه ٦٠ درجه

جدول ۱- محدوده ی داده های آزمایشگاهی

محدوده	Q (lit/s)	H (cm)	U (m/s)	C (gr/lit)	Fr	L (m)
حداقل	۲/۲۲	۱۵	۰/۰۳۷	۱/۰	۰/۰۲۶	۳
حداکثر	۹/۷۵	۲۵	۰/۲۱۶	۱۱/۰	۰/۲۱۷	۳



شکل۲- تغییرات چگالی سیال خروجی از فلوم نسبت به زمان در زمان تزریق رسوبات

همچنین راندمان تله‌اندازی از اختلاف بار معلق ورودی و خروجی حوضچه نیز محاسبه شده است. به این‌صورت که چگالی خروجی سیال در ابتدا و انتهای آزمایش اندازه‌گیری و اختلاف آن‌ها بعنوان بار معلق خروجی استخراج گردید. در نهایت با توجه به مشخص بودن غلظت ورودی به حوضچه، راندمان تله‌اندازی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید

$$RE = 1 - \frac{C_o}{C_i} \qquad (۲)$$

که RE راندمان تله‌اندازی و C_i و C_o به‌ترتیب میزان غلظت متوسط رسوبات ورودی و خروجی در واحد زمان از حوضچه رسوب‌گیر می‌باشد.

نتایج و بحث

تأثیر زاویه صفحات کفی

به‌منظور بررسی تأثیر صفحات کفی و زاویه آن، مجموعه آزمایشاتی با ۶ زاویه صفحات کفی (θ)، ۳۰ ، ۴۵ ، ۶۰ ، ۹۰ ، ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه و بدون صفحات ، سه دبی۲/۲۲ ، ۵/۰۳ و ۹/۷۵ لیتر بر ثانیه و با سه غلظت ۱ ، ۳ و ۵ گرم بر لیتر و در مجموع ۶۳ آزمایش انجام گردید. در این آزمایش‌ها به‌منظور بررسی تأثیر زاویه صفحات از تأثیر ارتفاع و موقعیت صفحات صرف‌نظر گردید و برای تمام آزمایش-ها ارتفاع صفحات کفی (W) ثابت و برابر ۸ سانتی‌متر (W/H=۰/۴۰) و محل تعبیه آن در فاصله ۱/۵۰ متری از ورودی حوضچه (s/L=۰/۵۰) در نظر گرفته شد.

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۲ ، در تمام آزمایش‌ها افزایش راندمان تله‌اندازی برای حوضچه‌های رسوب‌گیر با استفاده از صفحات کفی عمودی (θ=۹۰°) نسبت به بدون صفحات مشاهده می‌گردد که این میزان در محدوده ۰/۳ تا ۳/۹ درصد می‌باشد. بیش‌ترین مقدار این افزایش راندمان نیز مربوط به دبی حداکثر و غلظت متوسط ۳ گرم بر لیتر و به میزان ۳/۹ درصد است. می‌توان با اشاره به نکته‌ی ارائه شده در مقدمه در مورد راندمان رسوب‌گذاری و تأثیر مشخصات جریان و غلظت ورودی بر آن، چنین استدلال کرد که با توجه به غلظت ورودی مشابه، استفاده از این صفحه در کف بر خصوصیات جریان به‌ویژه سرعت جریان داخل حوضچه تأثیرگذار بوده و کاهش سرعت را به‌همراه داشته و منجر به افزایش راندمان گردیده است.

همچنین با بررسی تأثیر زاویه صفحات با جریان، در تمام آزمایش‌های انجام گرفته افزایش راندمان نسبت به حالت بدون صفحات و حتی صفحات عمودی دیده می‌شود. بیش‌ترین افزایش راندمان در حوضچه با صفحات کفی با زاویه ۶۰ درجه به‌دست آمد که نسبت به بدون صفحات ۶/۲ درصد و در حالت دبی و غلظت حداکثر بود. همچنین در حالت دبی و غلظت حداکثر، با تغییر زاویه صفحات از ۹۰ به ۶۰ درجه ، راندمان رسوب‌گذاری از ۷۷/۳ به ۷۹/۸ درصد رسیده که افزایش ۲/۵۰ درصدی را نشان می‌دهد. به‌طورکلی محدوده افزایش راندمان در این دو زاویه بین ۰/۶۰ تا ۲/۵۰ درصد است.

در شکل ۳ (الف– د) خطوط مسیر ذرات[1] و نواحی گردابی جریان نشان داده شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ۲ و شکل ۳ می‌توان به چند نکته اشاره کرد:

۱. در بالادست و پایین دست صفحات نواحی گردابی و چرخشی ناشی از گرادیان فشار ایجاد می‌گردد که مسلماً به ابعاد و ارتفاع این ساختار بستگی مستقیم دارد و هرچه این نواحی که باعث عدم ترسیب می‌شود کم‌تر و کوچک‌تر باشد شرایط مناسب‌تری برای رسوب‌گذاری ایجاد می‌کند.

۲. درست است که برای صفحات با ارتفاع ثابت، با افزایش زاویه (θ=۹۰°) به مثابه مانعی در برابر جریان، ممکن است تا حدودی راندمان نسبت به بدون صفحات افزایش یابد ولی با افزایش این زاویه، در لبه بالایی این صفحات افزایش سرعت به علت کاهش عمق مؤثر جریان و افزایش آشفتگی و تلاطم جریان نیز دیده می‌شود که این عامل باعث عدم ترسیب در این مناطق می‌گردد. حتی در دبی‌های بالا پس‌زدگی جریان و حرکت رسوبات به سمت بالادست حوضچه و خارج از آن نیز دیده شد.

۳. می‌توان با توجه به توضیحات ارائه شده در مقدمه به هزینه ساخت حوضچه به‌عنوان عامل تأثیرگذار با این ساختار نیز پرداخت که با درنظر گرفتن ابعاد یکسان این صفحات و فقط با تغییر زاویه باعث افزایش راندمان گردید.

همچنین با توجه به نتایج می‌توان گفت که در اکثر آزمایش‌ها ، به‌ترتیب افزایش و کاهش راندمان تله‌اندازی حوضچه را برای صفحات با زوایای کم‌تر از ۹۰ درجه و بیش‌تر از ۹۰ درجه نسبت به بدون به‌کارگیری صفحات شاهد هستیم.

تعیین ارتفاع مناسب صفحات کفی

جهت بررسی تأثیر ارتفاع صفحات بر راندمان ترسیب و تعیین ارتفاع مناسب، مجموعه آزمایش‌هایی با زاویه صفحات کفی (θ) ۶۰ درجه و با ارتفاع‌های مختلف صفحات کفی (W) برابر ۴ ، ۵ ، ۶ ، ۸ و ۱۰ سانتی‌متر و به‌ترتیب ۲۰ ، ۲۵ ، ۳۰ ، ۴۰ و ۵۰ درصد عمق جریان (H) و با شرایط هیدرولیکی مشابه آزمایش قبلی و ۲۴ آزمایش دیگر انجام گردید. در این آزمایش‌ها از تأثیر پارامتر موقعیت صفحات صرف‌نظر شده و در تمام آزمایش‌ها صفحات در میانه حوضچه تعبیه گردید.

1- Path line

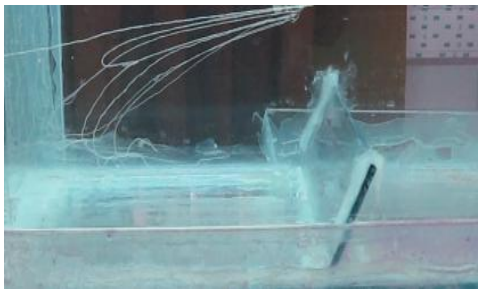
با توجه به نتایج آزمایش قبل و اینکه تأثیر صفحات در عدد فـرود و غلظت پایین نسبت به بدون صفحات کم بود از این مقدار صرف‌نظر گردید.

نتایج ارائه شده در شکل ۴ نشان می‌دهد کـه بـا افـزایش ارتفـاع صفحات از ۲۰ درصد عمق استغراق ، راندمان رسوب‌گذاری نسبت بـه بدون صفحات افزایش می‌یابد. بیش‌ترین مقـدار رانـدمان در ارتفـاعی معادل ۴۰ درصد عمق آب در تمام آزمایش‌ها به‌دست آمد و بیش‌ترین مقدار افزایش راندمان نسبت به بدون صفحات همان‌طور کـه پـیش-بینی می‌شد مربوط به دبی و غلظت حداکثر و بـه میـزان ۶/۲ درصـد است. این نتیجه تطابق مناسبی با کـار عـددی سـجادی و همکـاران (۱۳۸۷) نیز دارد. بر اساس کل نتایج به‌دست آمـده میـان دو پـارامتر عمق استغراق صفحات (W/H) و رانـدمان تلـه‌انـدازی (RE) معادلـه درجه ۲ استخراج گردید که در شکل ۴ نشان داده شده است.

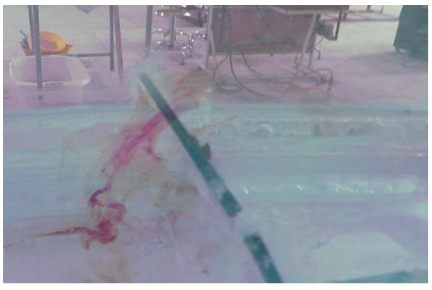
جدول ۲- مقادیر راندمان تله اندازی (درصد) نسبت به تغییرات زاویه صفحه کفی

شماره	Q	C	بدون صفحات	زاویه(درجه)					
	lit/s	gr/lit		۳۰	۴۵	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰
۱	۲/۲۲	۱	۷۰/۲	۷۰/۴	۷۰/۹	۷۱/۱	۷۰/۵	۷۰/۱	۶۹/۶
۲	۲/۲۲	۳	۷۵/۸	۷۶/۵	۷۷/۳	۷۸/۲	۷۷/۱	۷۶/۵	۷۴/۹
۳	۲/۲۲	۵	۸۲/۶	۸۲/۹	۸۳/۵	۸۵/۳	۸۴/۲	۸۲/۸	۷۹/۳
۴	۵/۰۳	۱	۶۷/۴	۶۶/۸	۶۷/۵	۶۹/۱	۶۸/۱	۶۷/۲	۶۱/۸
۵	۵/۰۳	۳	۷۲/۲	۷۲/۳	۷۴/۳	۷۶/۸	۷۵/۷	۷۳/۹	۶۸/۵
۶	۵/۰۳	۵	۷۸/۵	۷۸/۶	۷۹/۸	۸۳/۷	۸۱/۴	۷۹/۳	۷۳/۸
۷	۹/۷۵	۱	۶۳/۳	۶۳/۱	۶۳/۴	۶۵/۶	۶۴/۴	۶۲/۱	۵۹/۲
۸	۹/۷۵	۳	۶۸/۷	۶۹/۱	۷۰/۸	۷۴/۰	۷۲/۶	۶۹/۷	۶۲/۸
۹	۹/۷۵	۵	۷۳/۶	۷۴/۸	۷۵/۵	۷۹/۸	۷۷/۳	۷۴/۸	۶۷/۰

(الف)



(ب)



(ج)

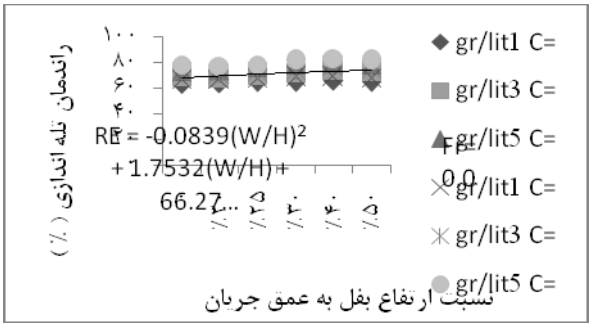
(د)

شکل۳- (الف) الگوی جریان طولی ، (ب) الگوی جریان عرضی ، (ج) خطوط جریان و گرداب بالادست صفحات ، (د) خطوط جریان و گرداب پایین دست صفحات

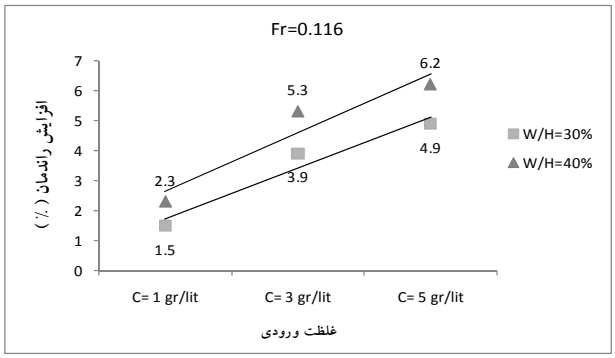
مشاهده گردید که تغییرات افزایش راندمان در اعماق استغراق ۳۰ تا ۴۰ درصد برای هر دو عدد فرود درنظر گرفته شده، با افزایش غلظت ورودی به صورت خطی افزایش می‌یابد. به‌عنوان نمونه، شکل ۵ تغییرات افزایش راندمان در عدد فرود ۰/۱۱۶ برای عمق‌های۳۰ و ۴۰ درصد را نشان می‌دهد که با افزایش ۱۰ درصدی ارتفاع صفحات در غلظت بالا و پایین، تغییرات افزایش راندمان به‌ترتیب ۲۶/۵۰ و ۵۳ درصد به‌دست آمد. این مورد را نیز می‌توان چنین تحلیل کرد که با توجه به ثابت بودن شرایط جریان و غلظت ورودی دو پارامتر مؤثر بر راندمان ترسیب، عامل اصلی این افزایش راندمان وجود صفحات و تأثیر ارتفاع آن است. در صفحات با اعماق استغراق ۳۰ و ۵۰ درصد نسبت به بدون صفحات، افزایش راندمان یکسان به‌دست آمد. می‌توان چنین استدلال کرد که در صفحات با عمق ۳۰ درصد، عامل اصلی این افزایش، کاهش نواحی گردابی و چرخشی اطراف آن است درحالی‌که در عمق استغراق ۵۰ درصد، ارتفاع صفحات به‌عنوان عامل اصلی این افزایش است. هم‌چنین در حین آزمایش صفحات با ارتفاع ۵۰ درصد عمق جریان، مشاهده گردید که این ارتفاع روی عمق جریان و سطح آب تأثیر گذارد و پایین افتادگی نیز بر روی سطح آب دیده شد. کاهش راندمان در این حالت نسبت به عمق استغراق ۴۰ درصد نیز به علت کاهش عمق مؤثر جریان و افزایش سرعت روی صفحات می‌باشد.

بررسی محل مناسب صفحات کفی

در این سری آزمایش‌ها، برای بررسی محل مناسب صفحات کفی، ارتفاع صفحات کفی (W)، ۸ سانتی‌متر معادل ۴۰ درصد عمق آب، زاویه صفحه (θ) برابر ۶۰ درجه و محل تعبیه آن (s)، به‌ترتیب ۵۰ ، ۱۰۰ ، ۱۵۰ و ۲۰۰ سانتی‌متری از ورودی حوضچه و به‌ترتیب ۱۶/۷، ۳۳/۳، ۵۰ و ۶۶/۷ درصد طول حوضچه در نظر گرفته شد.



شکل ٤- نمودار تغییرات راندمان تله‌اندازی با توجه به ارتفاع مختلف صفحات کفی



شکل ۵ – افزایش راندمان رسوب‌گذاری حوضچه با توجه به تغییرات عمق استغراق صفحات و غلظت ورودی

با مقایسه نتایج مندرج در جدول (۳) نتیجه می‌گردد که افزایش راندمان تله‌اندازی برای حوضچه‌های رسوب‌گیر با صفحه کفی در نیمه آن بیش‌تر است. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که در دبی‌ها و غلظت‌های بالای موجود، تأثیر موقعیت بهینه صفحه در میانه حوضچه بیش‌تر و افزایش راندمان نیز در این حالت بیش‌تر می‌باشد.

این نتیجه با کار عددی سجادی و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت دارد. در این تحقیق در دبی ۹/۷۵ لیتر بر ثانیه و غلظت ۵ گرم بر لیتر، افزایش راندمان ۶/۲ درصد نسبت به بدون صفحات به‌دست آمد. با توجه به ریزدانه بودن رسوبات درنظر گرفته شده در این آزمایش‌ها، فرض این‌که آبشستگی و تعلیق دوباره این ذرات بیش‌تر و معمولاً این ذرات در انتهای حوضچه رسوب‌گیر می‌باشند دور از ذهن نبود که با این نتایج فرضیه فوق رد گردید. هم‌چنین با توجه به ریزدانه بودن و سرعت سقوط کم ذرات در برابر سرعت جریان مشخص است که تأثیر صفحات در فواصل نزدیک به ورودی تأثیر کم‌تری بر راندمان رسوب‌گذاری حوضچه‌ها داشته باشد. با مقایسه مقادیر راندمان در بازه مقادیر (s/L) برابر یک سوم تا یک دوم در اکثر آزمایش‌ها، افزایش راندمان کمی مشاهده گردید که تقریباً ۱/۱ درصد بود. با توجه به این مقدار می‌توان این محدوده را نیز به‌عنوان محدوده مناسب جهت تعبیه صفحات معرفی نمود. در مورد مناطق رسوب‌گذاری نیز در این حالت بیش از ۸۰ درصد رسوبات ته نشین شده در میانه حوضچه مشاهده می‌گردد. در اینجا نیز با در نظر گرفتن شرایط جریان و غلظت ورودی یکسان، موقعیت صفحات عاملی جهت افزایش راندمان تله‌اندازی است.

با بررسی نتایج به‌دست آمده معادله درجه دو بین پارامتر بی‌بعد (s/L) و راندمان تله‌اندازی (RE) در تمام آزمایش‌های با میانگین مربعات (R^2=0.978) استخراج گردید:

$$RE = -0.62(s/L)^2 + 4.559(s/L) + 68.12 \qquad (۴)$$

جدول ۳- مقادیر راندمان تله اندازی (درصد) نسبت به تغییرات محل صفحه کفی

شماره	Q	C	بدون صفحات	موقعیت صفحات نسبت به طول حوضچه (s/L)			
	lit/s	gr/lit		1/6	1/3	1/2	2/3
۱	۵/۰۳	۱	۶۷/۴	۶۷/۶	۶۸/۰	۶۹/۱	۶۷/۵
۲	۵/۰۳	۳	۷۲/۲	۷۴/۵	۷۶/۱	۷۶/۸	۷۵/۲
۳	۵/۰۳	۵	۷۸/۵	۷۹/۸	۸۲/۶	۸۳/۷	۸۱.۱
۴	۹/۷۵	۱	۶۳/۳	۶۳/۸	۶۴/۶	۶۵/۶	۶۳/۹
۵	۹/۷۵	۳	۶۸/۷	۷۰/۸	۷۳/۱	۷۴/۰	۷۲/۰
۶	۹/۷۵	۵	۷۳/۶	۷۵/۶	۷۹/۱	۷۹/۸	۷۶/۵

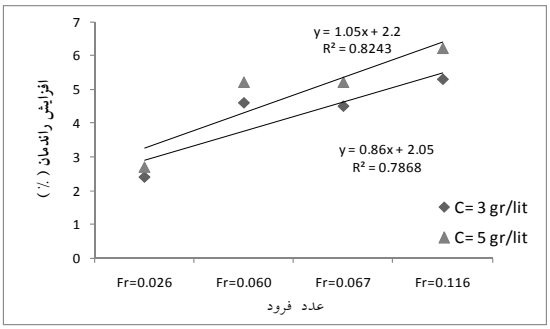
نتایج فوق نشان می‌دهد که در تمام آزمایش‌ها بیش‌ترین راندمان تله‌اندازی و افزایش آن در دبی و غلظت‌های بالا محقق شده است که این نشان‌دهنده کارایی صفحات کفی است که می‌توان در حوضچه-های رسوب‌گیر مربوط به رودخانه‌های با آورد رسوب معلق و شدت جریان بالا تعبیه و استفاده گردد.

بررسی اثر غلظت ورودی

با توجه به اینکه در دستگاه ساخته شده برای تزریق خشک رسوبات، امکان تغییر غلظت ورودی با تغییر تعداد دور بازشدگی میسر بود، اثر غلظت ورودی به‌عنوان عاملی مؤثر بر راندمان با ۴ دبی و ۳ غلظت و شرایط هیدرولیکی مشابه آزمایش‌های قبل مورد بررسی قرار گرفت. صفحات کفی با مشخصات W/H=۰/۴۰ و s/L=۰/۵۰ و $\theta=60^{o}$ در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ۴ ، همان‌گونه که مشخص شده است در شرایط یکسان هیدرولیکی (دبی، سرعت و عمق آب)، اندازه ذره و ابعاد حوضچه رسوب‌گیر با افزایش غلظت ورودی، افزایش راندمان حاصل می‌شود. با توجه به شکل ۶ می‌توان به این نکته اشاره کرد که با توجه به شیب تغییرات افزایش راندمان ، شدت افزایش راندمان در حوضچه با صفحات کفی در غلظت‌های بالا، بیش‌تر است. در تحقیق حاضر نیز در غلظت ۳/۰ گرم بر لیتر، به جزء دبی کم ۲/۲۲ لیتر بر ثانیه، در دبی‌های دیگر ۵/۰۳، ۵/۶۱ و ۹/۷۵ لیتر بر ثانیه این میزان افزایش به‌ترتیب ۴/۴،۵/۶ و ۵/۳ درصد به‌دست آمد.

تأثیر تغییرات دبی

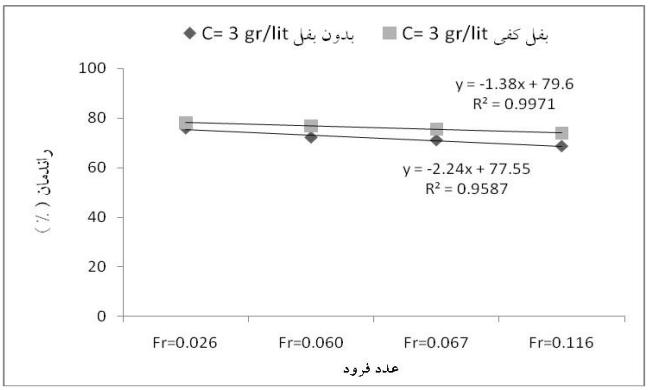
هم‌چنین جهت بررسی دبی جریان و تأثیر آن بر راندمان از نتایج آزمایش قبل و جدول ۴ برداشت‌هایی صورت گرفت. در حوضچه‌های رسوب‌گیر آبیاری، با افزایش دبی با مشخصات یکسان، راندمان تله-اندازی با و بدون صفحات کاهش می‌یابد (شکل ۷). البته مطابق شکل ۷ و شیب خطوط، شدت کاهش راندمان با افزایش دبی در حوضچه‌های با وجود صفحات کم‌تر است. در تحقیق حاضر با غلظت ۵ گرم بر لیتر و شرایط مشابه، با افزایش دبی از۵/۰۳ به ۹/۷۵ لیتر بر ثانیه، راندمان ترسیب کاهش و از ۸۳/۷ به ۷۹/۸ درصد رسید. می‌توان چنین استدلال کرد که با افزایش دبی (عدد فرود)، سرعت جریان افزایش یافته و به تبع آن نواحی گردابی و ورتکس‌های موجود در جریان افزایش می‌یابد که این ورتکس‌ها باعث حرکت رسوبات حتی رسوبات نهشت شده گردیده و باعث کاهش ترسیب رسوبات و در نهایت کاهش راندمان رسوب‌گذاری می‌گردد. اما نکته‌ای که وجود دارد این است که با وجود کاهش راندمان رسوب‌گذاری در دو حالت با و بدون صفحات با افزایش دبی، تفاوت راندمان بین حوضچه با و بدون صفحات، افزایش را نشان می‌دهد (جدول ۴)، که این نیز نشان-دهنده تأثیرگذاری صفحات است. هم‌چنین مشاهده گردید که با کاهش دبی جریان و عدد فرود (شکل ۶) تأثیر صفحات روی راندمان رسوب‌گذاری حوضچه نیز کم می‌شود و مقادیر راندمان به هم نزدیک‌تر است. که این نتیجه در کار تمایل و همکاران نیز دیده شده است (Tamayol et al,2010).



شکل ٦ – افزایش راندمان رسوب‌گذاری حوضچه با توجه به غلظت ورودی با صفحات کفی

جدول ٤- تأثیر غلظت ورودی بر مقادیر راندمان تله اندازی (درصد)

شماره	Q	C	بدون	صفحات	تفاوت
	lit/s	gr/lit	صفحات	کفی	راندمان
۱	۲/۲۲	۳	۷۵/۸	۷۸/۲	۲/۴
۲	۲/۲۲	۵	۸۲/۶	۸۵/۳	۲/۷
۳	۵/۰۳	۳	۷۲/۲	۷۶/۸	۴/۶
۴	۵/۰۳	۵	۷۸/۵	۸۳/۷	۵/۲
۵	۵/۶۱	۳	۷۱/۱	۷۵/۶	۴/۵
۶	۵/۶۱	۵	۷۶/۶	۸۱/۸	۵/۲
۷	۹/۷۵	۳	۶۸/۷	۷۴/۰	۵/۳
۸	۹/۷۵	۵	۷۳/۶	۷۹/۸	۶/۲



شکل ۷ – تغییرات راندمان رسوبگذاری حوضچه نسبت به عدد فرود با و بدون صفحات کفی

اثر تغییرات عمق جریان

برای مطالعه تغییرات عمق آب بر روی راندمان تله‌اندازی، بر اساس ارتفاع فلوم آزمایشگاهی و سرریز اعماق ۲۰ ، ۲۴ و ۲۵ سانتی-متر به‌عنوان گزینه‌های جدید انتخاب شدند. سپس با دبی ۹/۷۵ لیتر بر ثانیه و غلظت کلاس متوسط ۳ گرم بر لیتر آزمایش‌ها برای حوضچه رسوب‌گیر با و بدون صفحات کفی انجام گردید. مشخصات مشابه با آزمایش قبل برای صفحات در نظر گرفته شد. مشاهده شد که با کاهش عمق آب، در حوضچه‌های رسوب‌گیر با و بدون صفحات راندمان کاهش می‌یابد (شکل ۸). باز می‌توان اشاره کرد که با کاهش عمق، سطح مؤثر جریان کاهش و در نتیجه باعث افزایش سرعت و ایجاد ورتکس و جریان‌های گردابی در حوضچه می‌شود .

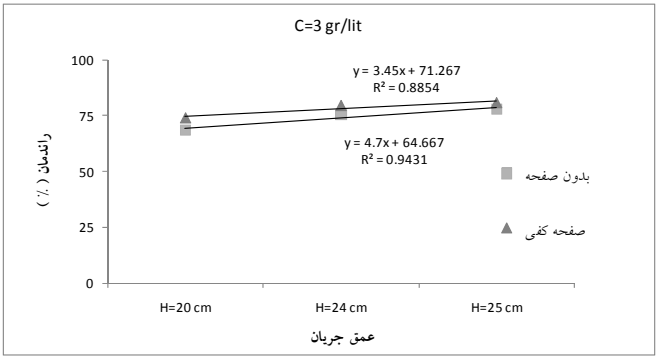
در این تحقیق برای دبی ۹/۷۵ لیتر بر ثانیه و غلظت ۳ گرم بر لیتر از ۲۰ به ۲۴ سانتی‌متر به‌ترتیب ۵/۳ و ۴/۲ درصد حاصل گردید. در اینجا بر خلاف نتایج مربوط به دبی مشخص گردید با توجه به افزایش راندمان رسوب‌گذاری در دو حالت با و بدون صفحات با افزایش عمق، تفاوت راندمان بین حوضچه با و بدون صفحات، کاهش را نشان می‌دهد، که این نشان‌دهنده تأثیر پارامتر ارتفاع صفحات است. زمانی که این ارتفاع از حالت بهینه خارج شود باعث کاهش راندمان می‌گردد.

با توجه به شکل ۸ با افزایش عمق جریان، شیب تغییرات راندمان در حوضچه‌های رسوب‌گیر بدون صفحات بیش‌تر است. لازم به یادآوری است که به‌دلیل افزایش عمق آب به ۲۴ سانتی‌متر، ارتفاع ۸ سانتی‌متر صفحات از نقطه بهینه ۴۰ درصدی عمق آب کاهش یافته است و شرایط مشابه‌ای با آزمایش موجود در سری اول با عمق آب ۲۰ و ارتفاع صفحه ۶ سانتی‌متری ایجاد شده است (افزایش راندمان حدود ۴ درصد است).

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با مطالعات آزمایشگاهی بر تأثیر صفحات کفی روی راندمان رسوب‌گذاری حوضچه‌های رسوب‌گیر آبیاری مشخص گردید که:

استفاده از صفحات کفی به‌صورت عمودی با توجه به دبی‌های مورد استفاده در این تحقیق باعث افزایش راندمانی برابر ۳/۹ درصد را به‌همراه دارد.



شکل ۸ – راندمان رسوب‌گذاری حوضچه با توجه به عمق جریان با و بدون صفحات کفی

با کاهش زاویه صفحات کفی از حالت عمودی نسبت به جهت جریان افزایش راندمان دیده می‌شود که بهترین زاویه با بیش‌ترین میزان افزایش راندمان (۶/۲ درصد) نسبت به زوایای مختلف برابر ۶۰ درجه به‌دست آمد.

با افزایش زاویه برخورد جریان به صفحات کفی، عملکرد آن‌ها بر ترسیب رسوبات کاهش یافت.

بهترین عملکرد در آزمایشات با صفحات کفی مربوط به صفحات با ارتفاعی معادل ۴۰ درصد عمق جریان با زاویه ۶۰ درجه با امتداد جریان بود و تغییرات تفاوت راندمان با افزایش ۱۰ درصدی ارتفاع صفحات کفی، بین ۲۶ تا ۵۳ درصد مشاهده شد.

در شرایط جریان مشابه، به‌منظور افزایش راندمان تله‌اندازی حوضچه‌ها، کاربرد صفحات کفی در نیمه میانی آن مناسب به نظر می‌رسد.

در محدوده یک سوم تا نیمه میانی حوضچه در تمام حالات، تغییرات افزایش راندمان حدود ۰/۷ تا ۱/۱ درصد است که می‌تواند به‌عنوان محدوده مناسب تعبیه صفحات کفی نیز معرفی گردد.

بیش‌ترین میزان راندمان ترسیب در حوضچه با صفحات کفی در دبی و غلظت‌های بالا دیده شد که این نشان‌دهنده آن است که می‌توان در حوضچه‌های رسوب‌گیر مربوط به رودخانه‌های با آورد رسوب معلق و شدت جریان بالا تعبیه و استفاده گردد.

با افزایش غلظت ورودی راندمان تله‌اندازی در هر دو شرایط با و بدون صفحات کفی افزایش می‌یابد و شدت افزایش راندمان در حوضچه با صفحات کفی نسبت به بدون صفحات بیش‌تر است.

با توجه به مقادیر راندمان به‌دست آمده، با افزایش دبی، درصد ذرات خروجی افزایش و این افزایش بین ۲۰ تا ۳۰ درصد است.

با افزایش ۲۵ درصدی عمق جریان در حوضچه رسوب‌گیر با مشخصات صفحات کفی یکسان، تفاوت راندمان نسبت به بدون صفحات کفی از ۵/۳ به ۲/۸ و در نتیجه ۵۰ درصد کاهش را نشان می‌دهد.

نتایج نشان داد که بیش‌تر شدن عمق استغراق از مقدار بهینه، اثر معکوس بر راندمان می‌گذارد.

تشکر و قدردانی

از ریاست و معاونین محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشان با توجه به همکاری‌های انجام شده تشکر و قدردانی می‌گردد. هم‌چنین نویسنده اول از مهندس مهرزادگان مسئول محترم آزمایشگاه مکانیک سیالات و دکتر نوری از اساتید محترم گروه مکانیک دانشگاه به سبب همکاری و راهنمایی دلسوزانه کمال تشکر را دارد .

منابع

تمایل،ع.، فیروزآبادی، ب.، نظری،م.، نبوتی،آ. ۱۳۸۳. مدل‌سازی عددی و بررسی اثرات ارتفاع بافل ورودی و محل ورود سیال در بازده حوضچه‌های رسوب‌گذار اولیه . نهمین کنفرانس دینامیک شاره‌ها، شیراز: دانشگاه شیراز ، اسفند ماه .

خادمی، م.، امید،م.ح.، هورفر،ع. ۱۳۸۶ . بررسی اثر تیغه هدایت‌کننده بر راندمان تله‌اندازی حوضچه رسوب‌گیر با استفاده از مدل فیزیکی و ریاضی. مجله هیدرولیک ، بهار ۱۳۸۶، ۲۴-۱۱ .

رادی،ه.، امید،م.ح.، فرهودی،ج. ۱۳۸۸. بررسی نقش تیغه هدایت‌کننده عرضی در افزایش راندمان تله‌اندازی حوضچه رسوب‌گیر مستطیلی با ورودی ناگهانی. مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۳:۱. ۱۲۷-۱۳۴ .

سالاری،ه.، اسماعیلی،ک.، سالاری، ج. ۱۳۹۱. مطالعه آزمایشگاهی تأثیر طول و زاویه تیغه هدایت‌کننده جریان بر راندمان تله‌اندازی حوضچه رسوب‌گیر، ورودی کانال‌های آبیاری. یازدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران. ارومیه : دانشگاه ارومیه، آبان ماه.

سجادی،س.م.، شفاعی بجستان،م.، بینا،م. ۱۳۸۷. بررسی اثر دیواره‌ی آرام‌کننده جریان بر عملکرد حوضچه رسوب‌گیر با استفاده از مدل ریاضی. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. تبریز : دانشگاه تبریز ، مهرماه.

سجادی،س.م.، شفاعی بجستان،م.، بینا،م. ۱۳۸۸. ارزیابی مدل‌های طراحی حوضچه‌های رسوب‌گیر آبیاری. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۳:۲۳. ۱۲۱- ۱۱۰.

شتاب بوشهری،س.ن.، موسوی،س.ف.، شتاب بوشهری،س.ب. ۱۳۸۹. طراحی بهینه حوضچه‌های رسوب‌گیر در شبکه‌های آبیاری. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۶:۲۴ . ۱۰۶۱- ۱۰۴۹.

گلریز،ف.، صالحی نیشابوری،س.ع.ا. ۱۳۹۰. بررسی اثر تیغه هدایت-کننده بر راندمان حوضچه‌های رسوب‌گیر شهری. دهمین کنفرانس هیدرولیک ایران. گیلان : دانشگاه گیلان ، آبان ماه.

Ahmed,FH., Kamel,A. Abdel Jawad,S. 1996. Experimental determination of the optimal location and contraction of sedimentation tank baffles. Water, Air and Soil Pollution. 92:251–271.

Bretscher,U., Krebs,P. Hager,W.H. 1992. Improvement of flow in final settling tanks. Journal of Enviromental Engineering, 118(3): 307-321.

Goula,AM., Kostoglou,M., Karapantsios,T.D., Zouboulis,A.I. 2007. A CFD methodology for the design of sedimentation tanks in potable water treatment case study: the influence of a feed flow control baffle. Chemical Engineering Journal, 140:110–121.

Huggins,D.L., Piedrahita,R.H., Rumsey,T. 2005. Use of computational fluid dynamics (CFD) for aquaculture raceway design to increase settling effectiveness. Aquacultural engineering, 33(3): 167-180.

Jamshidnia,H., Firoozabadi,B. 2010. Experimental Investigation of Baffle Effect on the Flow in a Rectangular Primary Sedimentation Tank, Transaction B: Mechanical Engineering. 17:4. 241-252.

Razmi,A.M., Firoozabadi,B and Ahmadi,G. 2009. Experimental and Numerical Approach to Enlargement of Performance of Primary Settling Tanks. Journal of Applied Fluid Mechanics. 2:1. 1-13.

Razmi,AM., Bakhtyar,R., Firoozabadi,B and Barry, D.A. 2013. Experiments and numerical modeling of baffle configuration effects on the performance of sedimentation tanks. Canadian Journal of Civil Engineering. 40:2. 140-150.

Shahrokhi,M., Rostami,F., Said,M.A., Sabbagh Yazdi, S.R., Syafalni,S. 2012. The effect of number of baffles on the improvement efficiency of primary sedimentation tanks. Applied Mathematical Modelling. 36: 3725-3735.

Shahrokhi,M., Rostami,F., Said,M.A., Syafalni,S. 2013. Numerical modeling of baffle location effects on the flow pattern of primary sedimentation tanks. Applied Mathematical Modelling. 37: 4486-4496.

Sammarraee,M.Al., Chan,A. 2009. Large-eddy simulations of particle sedimentation in a longitudinal sedimentation basin of a water treatment plant. Part 2: The effects of baffles. Chemical Engineering Journal. 152: 315-321.

Shetab-Boushehri,S.N., Mousavi,S.F., Shetab-Boushehri,S.B. 2010. Design of Settling Basins in Irrigation Network Using Simulation and Mathematical Programming. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. ASCE. 136:2.99–106.

Swamee,PK., Tyagi,A. 1996. Design of class-I sedimentation tanks. Journal of environmental engineering. 122:1. 71-73.

Tamayol,A and Firoozabadi,B. 2006. Effects of turbulent models and baffle position on hydrodynamics of settling tanks. Journal of Scientia Iranica 13:3. 255-260.

Tamayol,A., Firoozabadi,B., Ahmadi,G. 2008. Determination of settling tanks performance using a eulerian-lagrangian method. Journal of Applied Fluid Mechanics. 1:1. 43-54.

Tamayol,A., Firoozabadi,B., Ashjari,A. 2010. Hydrodynamics of Secondary Settling Tanks and Increasing Their Performance Using Baffles. Journal of Enviromental Engineering. 136:1.32–39.

Tamayol,A., Firoozabadi,B., Ashjari,A. 2010. Hydrodynamics of Secondary Settling Tanks and Increasing Their Performance Using Baffles. Environmental Engineering. ASCE. 136:1.32–39.

Tamayol,A., Firoozabadi,B. 2006. Effects of turbulent models and baffle position on the hydrodynamics of settling tanks. Scientia Iranica, 13:3. 255–260.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 8, Jul-Agu. 2014, p. 569-580

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد۸، مرداد - شهریور ۱۳۹۳، ص. ۵۸۰-۵۶۹

Experimental Investigation of the Effect of Baffle on the Improvement Efficiency of Sedimentation Tanks

M. M. Heydari [1]*, M. Shafai-Bajestan[2]

Recived: Nov. 24, 2013 Accepted: Sep. 10, 2014

Abstract

Settling basins are essential hydraulic structures which have to be designed and constructed at all river water intakes to remove most of suspended sediments which enters the intake by flowing water. The bigger the basin, the best the retardation of the sediments, but the expenses and Dredging are higher too. Therefore, improvement of performance and increasing sediment removal efficiency of settling basins by alternative method is necessary. A common approach for increasing settling tanks performance is to use baffles. Most previous studies have been conducted in primary and secondary tanks. Thus, in present work, the investigations on the baffle effects on the settling efficiency are performed have by experiments. To do so extensive experimental tests were conducted in a flume of 8.0 × 0.3× 0.5 m and 3m length of basin using three different sediment concentrations under three Froude numbers. The baffle installed at the bottom of the basin and the effects of angle position, height and location on Trap efficiency were investigated. The results indicate that, the baffle increased sediment removal efficiency about 5-6 percent and the best of angle baffle with flow is obtained 60º. Also, the best height and location of a single baffle are 40% of the flow depth and at the 50% of the basin length from the inlet, respectively.

Key words: Settling Basin, Trap efficiency, Baffle, Suspended Sediment

1 - Young Researchers and Elite club, Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran
2 - Professor,Department of Water Science and Engineering, College of Water Engineering, Shahid Chamran University, Ahwaz
(*-Corresponding Author Email:mehdiheydari2010@yahoo.com)